

## 浅谈防爆电气设施选型和安装相关要求探讨

李子群

上汽通用五菱汽车股份有限公司青岛分公司 山东青岛

**【摘要】**防爆电气设施主要应用在易燃易爆场所环境中，其设计、选型、安装都有严格要求，防爆电气设施选型主要依据爆炸环境防爆区域划分、场所使用易燃易爆物质组别、保护级别等，在设计阶段要进行防爆区域划分并添加设计说明，以便选型要按设计要求实施。施工过程为践行环节，主要为防爆设施产品合格性选择和安装，施工安装过程一个螺栓未安装或未拧紧都会大大减弱防爆效果，所以安装完成要进行自检。验收对设计和施工进行检查评估。监督检查是对运行过程检查，每个环节缺一不可，才能保证设施可靠性及完整性，本文介绍防爆电气设施选用和安装验收相关要求。

**【关键词】**爆炸环境区域划分；防爆设备；隔爆；增安；本质

**【收稿日期】**2023 年 8 月 14 日 **【出刊日期】**2023 年 9 月 26 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20230022

### Discussion on the selection and installation inspection requirements of explosion-proof electrical facilities

Ziqun Li

SAIC-GM-Wuling Motors Corporation Qingdao Branch, Qingdao, Shandong

**【Abstract】** Explosion-proof electrical facilities are mainly used in the inflammable and explosive place environment, its design, selection, installation have strict requirements, explosion-proof electrical facilities selection is mainly based on the explosive environment explosion-proof area division, the use of flammable and explosive substances, protection levels, etc., in the design stage to carry out explosion-proof area division and add design instructions, so that the selection should be implemented according to the design requirements. The construction process is the practice link, mainly for the qualified selection and installation of explosion-proof facilities. During the construction and installation process, a bolt is not installed or not tightened, which will greatly weaken the explosion-proof effect, so the installation should be self-checked. Inspection and evaluation of design and construction. Supervision and inspection is the inspection of the operation process, each link is indispensable, in order to ensure the reliability and integrity of the facility, this paper introduces the selection of explosion-proof electrical facilities and installation acceptance requirements.

**【Keywords】** Explosive environment area division; Explosion-proof equipment; Flameproof; Increase safety; Essence

#### 前言

某天然气公司白天运行过程压缩机多次设备故障，重复停机及启动操作。晚上压缩机再次故障停机，5 分钟后作业人员关闭压缩机出口阀门，开启连通阀，对压缩机进气分离器排污后，操作员再次启动压缩机防爆配电箱，防爆配电箱发生爆炸，面板击中操作员头部抢救无效死亡，现场操作箱 BXMD-D-T，防爆标志 EXdIIBT6，存在问题：（1）厂家未提供出操作箱 BXMD-D-T 防爆合格证；（2）

隔爆箱爆裂说明产品质量不合格；（3）施工安装封堵、多余引入装置未封堵等。通过以上事故分析，爆炸三个条件具备，所以需控制其中 1 条或 2 条因素。

#### 1、爆炸环境区域划分

##### 1.1 爆炸性气体环境危险区域划分

分为 3 个区，0 区、1 区、2 区，按照爆炸性气体混合物的释放频率和持续时间分为：

（1）连续级释放源（0 区）：运行过程中连续或长时间出现爆炸性气体混合物的环境， $1000h > 1$

年(8000h)。例如:易燃易爆油漆表面、未使用氮气等惰性气体保护的储罐中等直接与空气接触的可燃液体的表面,特点为液体表面易形成爆炸性混合气体。

(2)一级释放源(1区):运行过程会出现爆炸性气体混合物的环境,10h-1000h/1年(8000h)。例如:运行过程会出现,输送可燃气体管道及设备的法兰、隔膜泵、阀门等密封处;运行过程会出现,可燃液体储罐,当排放过程中可燃液体蒸发,会与大气形成可燃混合型气体。运行过程会出现,输送可燃介质的设备设施安全阀、泄压阀、排放口等。

(3)二级释放源(2区):运行过程不可能出现或较短时间的爆炸性气体混合物的环境,10h<1年(8000h)。运行过程不会出现,输送可燃气体管道及设备的法兰、隔膜泵、阀门等的密封处;运行过程不会出现,可燃液体储罐,当排放过程中可燃液体蒸发,会与大气形成可燃混合型气体;运行过程不会出现,输送可燃介质的设备设施安全阀、泄压阀、排放口等。

### 1.2 通风良好

当爆炸性混合气体稀释浓度到爆炸下限25%以下时,可以认为通风良好。室外露天区域。通透性良好(敞开性建筑)建筑物,在建筑物的屋面、墙面开口,其开口尺寸和位置能保证建筑物内部通风效果≥室外露天区域。

非敞开建筑物,有永久性的开口,区域具有自然通风。封闭区域,满足一平方米至少0.3m<sup>3</sup>/min地面通风风量或区域至少区气6次/1h。

### 1.3 不列入机械通风设备故障

封闭或半封闭区域设置单独备用机械通风设施。当通风设施发生停止运行时,设备有报警功能或连锁停止区域可燃介质设备及管道输送,或是直接切断设备断电等预防措施。

## 2 爆炸性粉尘环境

也分为3个等级,为20区、21区、22区。20区为粉尘与空气混合连续或长时间或高频次地出现爆炸性环境中的区域,1000h>1年(8000h)。21区为运行过程会出现粉尘与空气混合于爆炸性环境中的区域,10h-1000h/1年(8000h)。22区为运行过程不可能出现粉尘与空气混合于爆炸性粉尘环境中的区域,10h<1年(8000h)。

## 3 防爆设备参数

### 3.1 防爆设备分类

I类:适用于煤矿区域环境;II类:适用于除煤矿外其他爆炸性气体区域环境电气设备设施。其中II类分为IIA、IIB、IIC三类,IIC级别最高,其次IIB和IIA。III类:爆炸性粉尘。分为IIIA:可燃性粉尘(能在大气中燃烧或焖燃)、IIIB:非导电性粉尘(电阻率>1×10<sup>3</sup>Ω.m)、IIIC:导电性粉尘(电阻率≤1×10<sup>3</sup>Ω.m)。

### 3.2 防爆设备保护级别

Ga:保护级别“很高”,在正常情况、故障或稀有罕见故障运行下不能作为点燃源。Gb:保护级别“高”,在正常情况、故障运行下不能作为点燃源。Gc:保护级别“一般”,在正常情况运行中不能作为点燃源。除特殊要求外,以上大部分常用保护级别Gb。

### 3.3 最高表面温度

电气设备设施在最恶劣环境条件下运行时,任何部件及位置的最高温度可能引起区域环境爆炸性气体/粉尘点燃的温度。最高表面温度应低于可燃温度。例:防爆可燃气体探测器环境的爆炸性气体的点燃温度为140℃,那么可燃气体探测器在最任何的工作情况下,最高表面温度应低于140℃,可以选用T4及以上。

### 3.4 温度组别

爆炸性环境用电气设备按其最高表面温度划分为T1-T6组。据可能引爆的最小火花能量和最大试验安全间隙,爆炸性气体分为四个危险等级,其中II类如下表1。

## 4 常见防爆设备分类

按照防爆方法分为隔爆法和能量控制法,其中隔爆法分为:隔爆型、浇铸型、正压通风型、油浸型、充砂型;能量控制法分为增安型和本安型,以下举例常用防爆类型。

### 4.1 隔爆

又称EXd(耐压防爆),原理可以理解为一个“房子”,因门窗等密封原因外界可燃性气体粉尘进入,“房子”内电气设备设施运行过程产生的电火花,发生爆炸,“房子”外墙能够承受内部爆炸产生的压力,阻止向“房子”外传导爆炸,当然这个“房子”墙必须特别的牢固和厚实。因外盒内电器元件

发热或缝隙进入爆炸性混合气体，常见隔爆接合面和螺栓结合面，发生爆炸不会传到壳体外面来，因此对隔爆接合面缝隙、宽度以及引入装置等，都有严格的防爆要求。

4.2 增安

又称 EXe，原理为防爆箱内电器元件采取了附加方法及措施以提高其安全程度，正常运行情况下不会产生火花的电气设备。

例如防爆接线箱只安装线缆或接线端子，其他线路板，直流电源，PLC 模块等能产生火花禁止安装，外壳至少要有 IP54 防护等级，提高安全性。对于隔爆和增安型经常相互使用，一般有两个原则，隔爆型箱体加增安型元件和增安型箱体加隔爆型元件，属于复合型。

4.3 本质

又称 EXib，原理为采用减小点燃能量防爆，电气元件正常运行中和故障下，产生电弧、电火花等均不能点燃爆炸性气体环境，也称为本质安全电路。

例如消防讯响器未采用隔爆形式，采用安全栅加本安讯响器，从限制电路中的能量入手，安全栅电路中的限流电阻起到限流作用，把输出电流限制在最大输出电流之内，国内某知名品牌最大输出电流 93mA。通过将能量降低到可点燃爆炸性混合气体/粉尘能量以下。但本案只能使用再弱电设备设施中适用于爆炸性环境。

5 防爆类型选型

气体爆炸危险场所用电气设备，例油漆车间使用隔爆型，油漆为苯系物，防爆选型 > 苯: EXeIIBT6 > EXeIIAT1。

EXeIIBT6Gb 含义: 隔爆型爆炸性气体 IIB 最高表面温度 85℃ 正常和异常状态下电气设施。现场使用最多隔爆 ExdIIBT6 型，试验次数和空气体积比: IIA3 次 (4.6±0.3%) 丙烷、IIB3 次 (8±0.5%) 乙烯、IIC3 次 (14±1%) 乙炔和 (3±1%) 氢气，未发生永久性变形或损坏，则认为合格，接合面不应有永久性增大。

表 1 II类爆炸性气体

温度组别级别	T1	T2	T3	T4	T5	T6
表面温度 (°C)	≤450	≤300	≤200	≤135	≤100	≤85
IIA	甲烷、甲苯等 46 种	甲醇、乙醇等 47 种	戊烷、戊醇等 36 种	乙醛、三甲胺等 6 种		亚硝酸乙酯
IIB	二甲醚、市用煤气	环氧丙烷、乙烯	二甲醚、碳化氢	乙醚、二乙醚		
IIC	氢、水煤气	乙炔			二硫化碳	硝酸乙酯

表 2 常见防爆设施选型

爆炸环境分区	防爆设施选型	符号
0 区	本质、特殊 0 区设计	ia、s
1 区	隔爆、增安 (符合)、本质型、正压型、充油型、充沙型	d、e、ia、o、p、q
2 区	适用于 0 区或 1 区的防护类型	na, nc, ic

6 防爆电气安装要求

6.1 爆炸性环境电力系统接地设计

1 千 V 交流/1.5 千 V 直流以下的电力系统的接地应符合下列规定: 爆炸性气体/粉尘环境中 TN 系统, 应采用 TN-S 型, 也就常说三相五线制; 危险区气体/粉尘环境中的 TT 系统, 添加采用剩余电流保护器; 爆炸性气体/粉尘环境中 IT 系统, 应设置绝缘监测装置, 自动监测设备设施的绝缘状态。

6.2 其他安装要求

爆炸性气体/粉尘环境内从设计阶段要考虑尽

量减少电气设备数量, 原因有两点: (1) 安装或选型如不符合规定要求, 会增加风险点及管理负担。

(2) 防爆插头虽防爆, 但插头插插座瞬间产生电火花, 插孔已聚集可燃性粉尘, 就会产生爆炸。为防止插孔进入环境中粉尘, 可以将插孔与与地面夹角 < 60°。防爆配电箱的进线和出线应位于箱体的底部, 严禁将其置于箱体的顶部, 侧面, 背面或箱体的门上。配电箱应牢固安装, 距离应大于 1.3m-1.5m; 移动配电箱和配电箱底部与地面的垂直距离应大于 0.6m 且小于 1.5m。爆炸性环境区域设备设施要求双

重接地：工作接地和保护接地电阻值，保护接地或静电接地一般在外盒有专用接地点，连接要求正确，电阻值要求工作接地 $<4\Omega$ 、保护接地 $<10\Omega$ ，接地线多股铜芯截面积 $>4\text{mm}^2$ 。电源输送采用电缆，便于封堵密封，IIb 防爆接合面间隙小于 0.2mm，多余引入装置铁质封堵，如使用防爆挠性软管弯曲半径大于软管 R 的 5 倍。引入装置与电缆之间采用弹性聚乙烯橡胶密封，无密封 450mm 内设隔离密封盒。完成安装，将电器盒螺栓拧紧，必须保证其密封性能。

### 7 验收要求

每个防爆电气设施对应一张防爆合格证，作为验收资料收集。企业要建立日常检查和指定责任人管理，主要检查接地电阻、设备设施运行状态、封堵等检查。根据 AQ3009-2017 安装施工完，要开展初次检验，运行过程开展定期检验，委托具有防爆专业资质检测检验机构进行检定，检定周期时间间隔一般不超过 3 年。

### 8 结语

我国和 IEC 标准基本一致，防爆大家普遍认为使用防爆电气就万无一失，其实不然从产品购买、施工安装、验收等任一环节出现问题就容易酿成事

故，必须按要求执行。

### 参考文献

- [1] 《爆炸性环境设备通用要求》GB3836-2010[S],北京,中国计划出版社 2010:9-14
- [2] 《防爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014[S],北京,中国计划出版社 2014:8-23
- [3] 《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收标准》GB50257-2014[S],北京,中国计划出版社 2014:7-23
- [4] 《危险场所电气防爆安全规范规范》AQ3009-2007[S],北京,中国计划出版社 2007:6-21
- [5] 《建筑设计防火规范》GB50016-2018[S],北京,中国计划出版社 2018:7-9

版权声明：©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS